

## Écologie

# DISTRIBUTION ANNUELLE DES ABONDANCES DES ROTIFÈRES DANS HUIT BASSINS RECEVANT DES EAUX GÉOTHERMALES EN RELATION AVEC LES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX

par

Ikbel SELAMI<sup>1</sup>, Jannet ELLOUMI<sup>1</sup>, Asma HAMZA<sup>2</sup>, Habib AYADI<sup>1</sup>,

Abderrahmen BOUAIN<sup>1</sup> et Lotfi ALEYA<sup>3</sup>

La distribution spatio-temporelle des rotifères en relation avec les paramètres abiotiques et biotiques a été étudiée dans huit bassins d'une station d'aquaculture située dans la région d'El Hamma du gouvernorat de Gabès. Les prélèvements ont été réalisés au cours d'un cycle annuel de février 2005 à janvier 2006. Dans cette étude 13 espèces ont été identifiées. L'espèce *Brachionus urceolaris* est la plus dominante, elle représente 76% des rotifères totaux. L'évolution saisonnière des rotifères est régie par les facteurs hydrobiologiques (température, oxygène dissous, pH, nitrates, nitrites, ion ammonium, azote total, phosphore total, chlorophylle *a*) et les relations trophiques. Les paramètres abiotique et biotiques situent le statut oligo-mésotrophe des eaux géothermales de Bicchima.

**Mots clés** : rotifères, facteurs hydrobiologiques, état trophique.

### **Annual abundance distribution of the rotifers in eight basins receiving geothermal water in relation to environmental factors**

We studied monthly, from February 2005 to January 2006, the spatial and temporal dynamics of rotifers in the aquaculture station of El Hamma (Gabes, southern Tunisia). This station consists of eight interconnected basins filled with geothermal waters, used to support the production of the fish tilapia (*Oreochromis niloticus*). We found thirteen rotifers: *Brachionus urceolaris*, *Brachionus calyciflorus*, *Brachionus* sp., *Lecane stichaea*, *Lecane rhytida*, *Lecane* sp., *Hexarthra mira*, *Rotaria tardigrada*, *Conochilus natans*, *Trichocerca marina*, *Keratella quadrata*, *Keratella cochlearis* and *Notommata codonella*. The most dominant rotifer was *Brachionus urceolaris* (76% of total abundance). We also found a strong proliferation of rotifers in basin 4 ( $153 \times 10^6$  individuals L<sup>-1</sup>, in June),

### Bulletin de la Société zoologique de France 133 (1-3)

coinciding with the development of several cyanobacteria (*Anabaena* sp. *Chroococcus* sp., *Merismopedia* sp., *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis* sp., *Oscillatoria* sp.). Our results indicate that the basins were overall oligo-eutrophic.

**Key words:** rotifers, abiotic and biotic factors, geothermal waters.

#### Introduction

Au sein du zooplancton, les rotifères constituent une nourriture privilégiée dans les élevages de crevettes et d'alevins (DHERT *et al.*, 2001) en raison essentiellement de leur petite taille (KOSTE, 1978 ; YOSHINAGA *et al.*, 2001), de leurs qualités nutritionnelles (ABATZOPOULOS *et al.*, 2002) et de leur taux de reproduction élevé (SARMA & NANDINI, 2001 ; HURTADO-BOCANEGRA *et al.*, 2002). Pour toutes ces raisons, les pisciculteurs tunisiens ont introduit dans la ration alimentaire des alevins une part non négligeable de rotifères (VEVERICA *et al.*, 1991 ; DABBADIE, 1996). De plus, disposant d'un potentiel hydrique géothermique important, situé au nord-est, nord-ouest et au sud, la Tunisie s'est engagée dans une politique volontariste d'exploitation des eaux géothermales à des fins de chauffage, de serriculture et pisciculture (KAIRAOUANI & HASSAIRI, 2002). Ainsi, une station de recherches alimentée par les eaux géothermales de Bicchima située à El Hamma (sud tunisien) a été construite en 1990, l'objectif étant l'optimisation de l'élevage du *tilapia Oreochromis niloticus* (Linné, 1758). Dans cette station, et conformément à leur stratégie pionnière d'occupation précoce de bassins (KHATTABI *et al.*, 2006) et réservoirs (THOUVENOT *et al.*, 2000), les rotifères ont rapidement proliféré constituant de ce fait un apport nutritionnel naturel inespéré aux *tilapias* (DABBADIE, 1996). Si le compartiment rotiférien est bien documenté dans les écosystèmes marins et d'eau douce (MIRACLE & ALFONSO, 1993 ; LAMPERT & SOMMER, 1997) aucune étude, à notre connaissance, relative à sa dynamique dans des bassins alimentés par des eaux géothermales n'a été rapportée dans la littérature. L'objectif de notre travail était de comprendre la distribution spatio-temporelle des rotifères couplée à divers facteurs du milieu dans 8 bassins de la station de Bicchima.

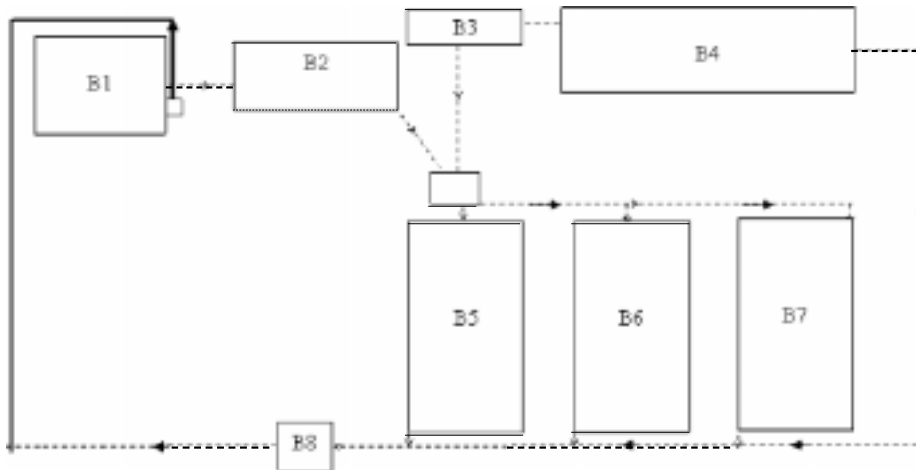
#### Matériels et méthodes

##### Présentation de la station et échantillonnage

La station d'aquaculture de l'Institut National des Sciences et Technologie de la Mer construite en 1990 est située à Bicchima, dans la région d'El Hamma (sud tunisien). Cette station est alimentée par les eaux géothermales de Bicchima qui, après passage par un édifice de refroidissement construit sur un terrain de pente moyenne 3 %, atteignent les bassins d'élevage du tilapia sans aucun pompage. Les huit bassins d'échantillonnage (Fig. 1) sont interconnectés: B1 (sortie du refroidisseur), B2 et B3 (bassins de refroidissement de l'eau jusqu'à l'obtention d'une température des eaux permettant un élevage optimal des poissons : 28-32°C), B4 (bassin de grossissement de 800 m<sup>3</sup> de volume), B5, B6, B7 (bassins sous serre de 300 m<sup>2</sup> pour l'éclosion) et B8 (bassin de décantation).

## Abondance des rotifères

**Figure 1**  
Station d'étude des eaux géothermales de Bicchima.  
*Sampling site of the Bicchima geothermal basins.*



Les prélèvements destinés aux analyses physico-chimiques et biologiques ont été réalisés tous les mois dans les huit bassins de février (17/02/05) à janvier (13/01/06) à l'aide d'une bouteille de prélèvement de 1 litre.

### Analyses physico-chimiques

La température de l'eau, le pH, les concentrations en oxygène dissous et la salinité ont été mesurés à l'aide d'une sonde multiparamètres. Les concentrations en nitrates, nitrites, ammonium, orthophosphates, azote total et phosphore total ont été estimées par colorimétrie en utilisant un auto analyseur de type 3.

### Chlorophylle a et Rotifères

Les concentrations en chlorophylle a ont été déterminées par spectrophotométrie après extraction à l'acétone 90% (LORENZEN, 1967). Les rotifères ont été prélevés à l'aide d'un filet à plancton de 50 µm de vide de maille et fixés au formol (5%). Le dénombrement des rotifères a été réalisé à l'aide d'un microscope inversé (Leica) au grossissement x 40. La détermination des espèces a été faite en consultant les clés de détermination (KOSTE, 1978 ; POURRIOT & FRANCEZ, 1986). Les biomasses des rotifères ont été calculées à partir de biovolumes de chaque espèce, en assimilant ces organismes à des formes géométriques générales de volume aisément calculable (BOTTRELL *et al.*, 1976).

### Analyse statistique

Les données issues des analyses physico-chimiques (température, pH, oxygène dissous, salinité, éléments nutritifs) et biologiques (densité des 10 espèces de rotifères

## Bulletin de la Société zoologique de France 133 (1-3)

Basins	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
Paramètres hydrobiologiques	(Min - Max) Moyenne ± écart-type	(Min - Max) Moyenne ± écart-type	(Min - Max) Moyenne ± écart-type	(Min - Max) Moyenne ± écart-type	(Min - Max) Moyenne ± écart-type	(Min - Max) Moyenne ± écart-type	(Min - Max) Moyenne ± écart-type	(Min - Max) Moyenne ± écart-type
Température	(34,5 - 47) 41,35 ± 4,1	(32 - 43) 37,9 ± 4	(29,5 - 38,4) 32,09 ± 2,86	(17,3 - 32,8) 27,55 ± 4,94	(25,8 - 31,5) 29,35 ± 1,82	(28,5 - 34,7) 31,25 ± 2,23	(24,5 - 35) 30,62 ± 3,56	(26,7 - 32,5) 29,96 ± 2,20
Oxygène dissous	(2,64 - 5,27) 3,96 ± 0,9	(2,68 - 8,44) 4,4 ± 1,8	(3,08 - 5,72) 4,02 ± 0,93	(2,82 - 5,73) 3,99 ± 1,17	(2,09 - 6,88) 3,98 ± 1,59	(0,92 - 4,32) 2,27 ± 1,20	(0,63 - 4,20) 2,13 ± 1,10	(2,35 - 5,30) 3,48 ± 1,13
Potentiel d'hydrogène	(7,84 - 8,3) 7,99 ± 0,2	(7,86 - 8,47) 8,1 ± 0,2	(7,48 - 8,49) 8,05 ± 0,36	(7,53 - 8,35) 7,95 ± 0,34	(7,61 - 8,55) 8,03 ± 0,36	(7,33 - 7,83) 7,58 ± 0,19	(7,16 - 8,20) 7,57 ± 0,36	(7,53 - 8,22) 7,80 ± 0,26
Salinité	(1,7 - 1,9) 1,81 ± 0,1	(1,8 - 2) 1,9 ± 0,1	(1,80 - 2,00) 1,89 ± 0,08	(1,80 - 2,00) 1,93 ± 0,10	(1,80 - 2,00) 1,88 ± 0,07	(1,80 - 2,00) 1,88 ± 0,07	(1,80 - 1,90) 1,86 ± 0,05	(1,80 - 1,90) 1,86 ± 0,05
Nitrites	(0,34 - 0,99) 0,5 ± 0,2	(0,09 - 0,99) 0,5 ± 0,3	(0,12 - 0,78) 0,36 ± 0,22	(0,06 - 2,63) 0,73 ± 0,98	(0,17 - 0,56) 0,39 ± 0,15	(0,06 - 1,06) 0,50 ± 0,33	(0,32 - 2,28) 0,89 ± 0,68	(0,42 - 3,28) 1,20 ± 1,02
Nitrates	(0,46 - 2,45) 1,3 ± 0,7	(0,43 - 1,88) 1 ± 0,5	(0,37 - 2,24) 1,32 ± 0,70	(0,69 - 4,57) 1,62 ± 1,47	(0,36 - 2,11) 1,35 ± 0,76	(0,39 - 1,87) 1,10 ± 0,60	(0,69 - 3,67) 1,38 ± 1,03	(0,69 - 4,69) 2,05 ± 1,40
Ion ammonium	(1,66 - 8,3) 4,5 ± 2,3	(1,7 - 5,23) 3,8 ± 1,5	(1,61 - 5,21) 2,94 ± 1,29	(1,77 - 18,07) 5,59 ± 6,20	(1,41 - 70,02) 16,09 ± 26,9	(2,07 - 12,24) 5,53 ± 3,29	(1,77 - 6,84) 4,44 ± 1,76	(3,23 - 5,74) 4,75 ± 0,93
Orthophosphates	(0,17 - 1,7) 0,6 ± 0,5	(0,02 - 1,32) 0,4 ± 0,4	(0,20 - 1,67) 0,69 ± 0,53	(0,28 - 0,98) 0,54 ± 0,28	(0,33 - 1,03) 0,67 ± 0,30	(0,33 - 1,06) 0,60 ± 0,26	(0,31 - 0,76) 0,50 ± 0,17	(0,28 - 0,81) 0,52 ± 0,23
Azote total	(2,1 - 41,66) 21,6 ± 11,5	(4,32 - 62,45) 26,4 ± 17,8	(3,02 - 28,79) 17,89 ± 8,17	(17,8 - 29,63) 22,16 ± 4,58	(3,72 - 118,8) 33,96 ± 42,3	(4,24 - 44,37) 22,85 ± 12,1	(3,35 - 37,16) 20,77 ± 10,5	(16,07 - 36,2) 24,23 ± 6,37
Phosphore total	(0,77 - 3,05) 2,04 ± 0,9	(1,01 - 3,15) 1,9 ± 0,8	(1,04 - 4,96) 2,35 ± 1,27	(1,13 - 3,79) 2,35 ± 0,91	(0,99 - 3,84) 2,49 ± 0,94	(0,72 - 3,99) 2,39 ± 1,07	(1,24 - 3,65) 2,41 ± 0,80	(1,04 - 3,34) 2,31 ± 0,88
Chlorophylle a	(2,1 - 18,7) 7,2 ± 6,5	(0,1 - 21,36) 7,8 ± 8	(2,14 - 10,68) 6,38 ± 3,08	(5,67 - 101,4) 30,41 ± 47,3	(1,60 - 8,34) 5,41 ± 2,45	(107 - 6,68) 4,81 ± 2,24	(1,60 - 10,68) 5,76 ± 3,26	(2,14 - 5,21) 4,04 ± 1,51

## Abondance des rotifères

les plus abondantes, concentrations en chlorophylle *a*) ont été soumises à une analyse en composantes principales (ACP) (DOLEDEC & CHESSEL, 1992). Afin de stabiliser les variances, l'ensemble des données a été transformé en Log (x+1) (FRONTIER, 1973).

## Résultats

### Paramètres physico-chimiques

Le tableau 1 montre les valeurs des divers paramètres physico-chimiques dans les 8 bassins de la station. La température de l'eau diminue rapidement du bassin B1 (41,35°C) à B4 (27,5 ± 4,94 °C). Dans les 4 derniers bassins (B5, B6, B7 et B8), la température varie aux alentours de 30 °C. Les concentrations en oxygène dissous varient de 2,13 ± 1,1 mg. L<sup>-1</sup> en B7 à 4,4 ± 1,8 mg. L<sup>-1</sup> en B2. Les eaux de la station de Bicchima sont légèrement alcalines avec des valeurs de pH comprises entre 7,57 et 8,05. La salinité est relativement plus élevée dans le bassin B4 (1,93 ± 0,10 g. L<sup>-1</sup>). Durant la période d'étude, l'ion ammonium constitue la fraction la plus importante de l'azote total minéral (76 %). Les plus fortes concentrations ont été observées en B5 (16,09 µatg. L<sup>-1</sup>) en raison d'une minéralisation poussée de la matière organique. L'ammonium est typiquement présent dans les eaux recevant des rejets anthropiques ou dans l'hypolimnion anoxique des petits lacs eutrophes (REYNOLDS, 1979 ; ALEYA *et al.*, 1992). Les nitrates et les nitrites représentent respectivement 17 et 8% de l'azote total. Les concentrations les plus élevées en ces deux éléments sont enregistrées au bassin B8. Dans la station, le phosphore est majoritairement sous forme organique, une faible fraction se trouvant sous forme soluble (orthophosphates). Le bassin B5 est le plus riche en azote total (NT) et phosphore total (PT). Le rapport NT : PT varie de 7 à 13, les faibles valeurs coïncidant avec la prolifération des cyanobactéries (*Anabaena* sp., *Aphanizomenon gracile*, *Aphanocapsa* sp., *Chroococcus* sp., *Homoepityche indica*, *Merismopedia* sp., *Microcystis aeruginosa*) en particulier dans les bassins B4, B5 et B8 conformément aux observations d'autres auteurs (ALEYA *et al.*, 1994 ; WETZEL, 2001).

### Chlorophylle *a*

Les concentrations en chlorophylle *a* varient de 1,54 ± 0,75 mg. m<sup>-3</sup> en janvier à 22,03 ± 32,76 mg. m<sup>-3</sup> en octobre. Les concentrations les plus élevées coïncident avec le développement des rotifères.

---

### Tableau 1 (ci-contre)

Composition physico-chimique et biologique de l'eau des huit bassins de Bicchima.

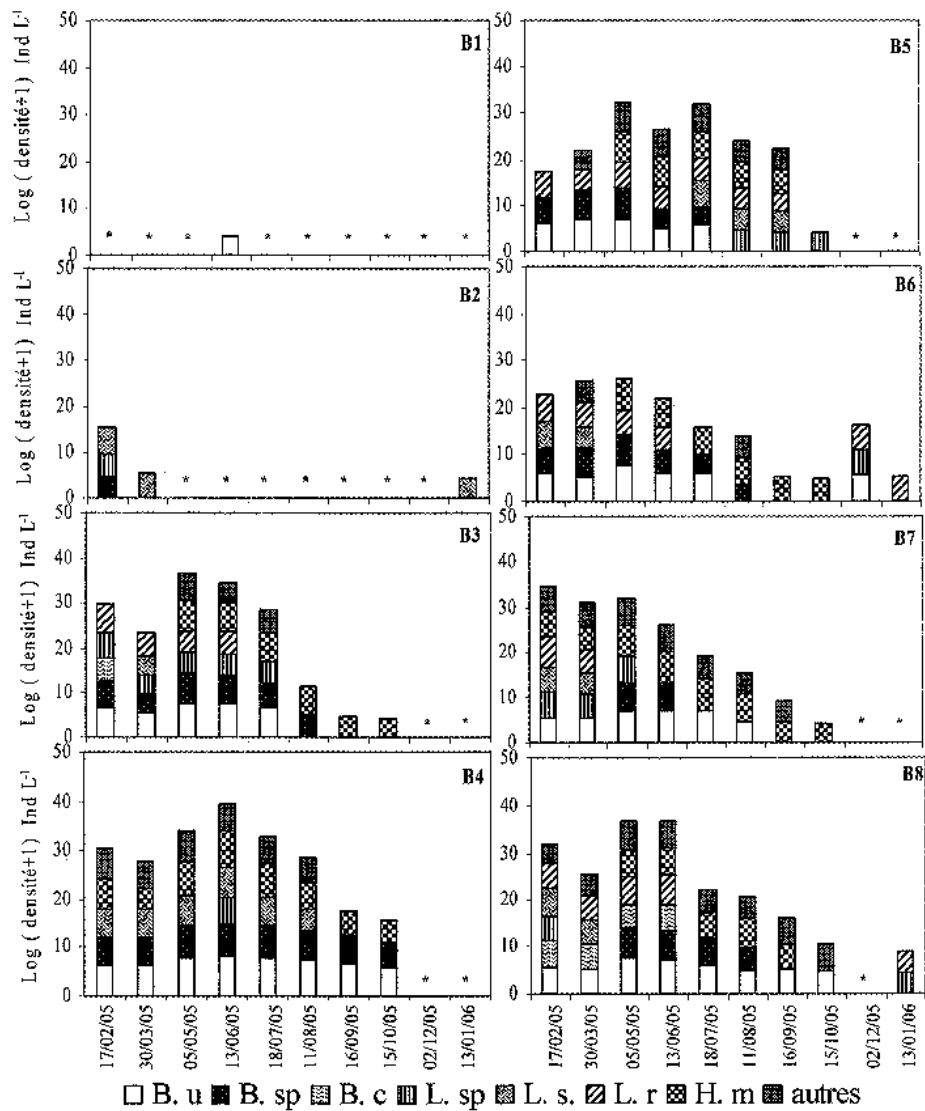
Table 1: Physico-chemical composition and biotic parameters of water in the eight basins of Bicchima.

Figure 2

Dynamique saisonnière des Rotifères dans les huit bassins de Bicchima.

*The spatial and temporal dynamics of rotifers in the eight basins of Bicchima.*

(*Brachionus urceolaris* (B. u), *Brachionus* sp. (B. sp), *Brachionus calyciflorus* (B. c), *Lecane* sp. (L. sp), *Lecane stichaea* (L. s), *Lecane rhytida* (L. r), *Hexarthra mira* (H. m), autres (*Rotaria tardigrada* (R. t), *Conochilus natans* (C. n), *Trichocerca marina* (T. m), *Keratella quadrata* (K. q), *Keratella cochlearis* (K. c), *Notommata codonella* (N c)). \* Valeur estimée à 0.



## Abondance des rotifères

### Composition taxonomique et dynamique des populations de rotifères (Fig. 2)

Au cours de ce cycle annuel, 13 espèces de rotifères ont été identifiées (*Brachionus urceolaris*, *Brachionus calyciflorus*, *Brachionus* sp., *Lecane stichaea*, *Lecane rhytida*, *Lecane* sp., *Hexarthra mira*, *Rotaria tardigrada*, *Conochilus natans*, *Trichocerca marina*, *Keratella quadrata*, *Keratella cohlearis* et *Notommata codonella*). Le genre *Brachionus* est le plus abondant (81% de l'abondance totale), *Hexarthra* (13 %), *Lecane* (4%) et les autres genres : *Rotaria*, *Conochilus*, *Trichocerca* et *Keratella* représentent moins de 1%.

Au bassin B1, l'abondance rotiférienne fluctue entre 0 et 104 individus. L<sup>-1</sup> ( $10^3 \pm 3,1 \times 10^3$  individus. L<sup>-1</sup>), *Brachionus urceolaris* représentant la totalité des rotifères recensés (100 % du peuplement).

Au bassin B2, on enregistre une augmentation importante de la densité des rotifères variant de 0 à 104 x 10<sup>4</sup> individus. L<sup>-1</sup> ( $126 \times 10^3 \pm 3,2 \times 10^5$  individus. L<sup>-1</sup>) avec comme espèce dominante *Lecane stichaea* qui contribue pour 92 % à la densité totale des rotifères. La richesse spécifique est faible et ne dépasse pas 3 espèces.

Au bassin B3, la densité oscille entre 0 (décembre et janvier) et 5,65 x 10<sup>7</sup> individus. L<sup>-1</sup>, en mai ( $130 \times 10^5 \pm 225 \times 10^5$  individus. L<sup>-1</sup>). Toutefois, le peuplement est plus diversifié (10 espèces) avec l'apparition de nouvelles espèces (*Brachionus urceolaris*, *Brachionus calyciflorus*, *Lecane rhytida*, *Hexarthra mira*, *Rotaria tardigrada*, *Conochilus natans*, *Keratella quadrata*). Notons que *Keratella quadrata* était présente au bassin B3 en juin alors qu'elle est réputée pour son développement en hiver et au printemps.

Au bassin B4, les densités rotifériennes ont atteint des valeurs très élevées, variant de 0 à 153 x 10<sup>6</sup> individus. L<sup>-1</sup> ( $352 \times 10^5 \pm 510 \times 10^5$  individus. L<sup>-1</sup>), avec *Brachionus urceolaris* comme espèce dominante (75 %) qui apparaît en février et atteint un maximum de densité en juin ( $129 \times 10^6$  individus. L<sup>-1</sup>). Sept espèces sont présentes dans ce bassin. Cette diminution de la richesse spécifique par rapport au bassin B3 (10 espèces) est attribuable à la prolifération de cyanobactéries (*Anabaena* sp., *Chroococcus* sp., *Merismopedia* sp., *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis* sp., *Oscillatoria* sp.) en B4.

Dans les bassins B5 et B6, les densités enregistrées sont moins élevées que dans les bassins précédents, atteignant en mai des valeurs maximales de 23,5 x 10<sup>6</sup> et 80,6 x 10<sup>6</sup> individus. L<sup>-1</sup>, respectivement. *Brachionus urceolaris* demeure l'espèce la plus dominante, puisqu'elle contribue pour 64 et 85% à l'abondance totale des rotifères dans les bassins B5 et B6, respectivement.

Dans le bassin B7, les rotifères se développent abondamment au printemps et en été pour atteindre un maximum de 31,4 x 10<sup>6</sup> individus. L<sup>-1</sup> en juin ( $8,6 \times 10^6 \pm 12,2 \times 10^6$  individus. L<sup>-1</sup>). Les deux espèces les plus abondantes sont *Brachionus urceolaris* et *Hexarthra mira* contribuant respectivement à 56 et 29% à l'abondance rotiférienne totale.

Enfin, dans le bassin B8, la densité des rotifères varie de 0 à 39,1 x 10<sup>6</sup> individus. L<sup>-1</sup> ( $7,8 \times 10^6 \pm 14,4 \times 10^6$  individus. L<sup>-1</sup>), *Brachionus urceolaris* contribuant pour 81 % aux effectifs totaux. Son maximum d'abondance a été observé en mai ( $34 \times 10^6$  individus. L<sup>-1</sup>).

Tableau 2

Biomasses des espèces dominantes (Moyenne  $\pm$  écart-type) dans les huit bassins de Bicchima.  
*Biomass of dominant species in the eight basins of Bicchima.*

	Tailles ( $\mu\text{m}$ )	Biomasses (g C.L <sup>-1</sup> )
<i>Brachionus urceolaris</i> (n=30)	192,58 $\pm$ 15,14	2,5 $\pm$ 4,02
<i>Brachionus calyciflorus</i> (n=30)	225,27 $\pm$ 21,94	0,12 $\pm$ 2,06
<i>Lecane</i> sp (n=30)	80,008 $\pm$ 7,09	0,025 $\pm$ 0,02
<i>Lecane rhytida</i> (n=30)	110,17 $\pm$ 5,89	0,44 $\pm$ 0,92
<i>Hexarthra mira</i> (n=30)	120,76 $\pm$ 9,83	0,32 $\pm$ 0,46

Au total, l'abondance des rotifères varie en fonction des bassins (ANOVA, F=6,82, p<0,001).

En terme de biomasse, les espèces *Brachionus urceolaris*, *Brachionus calyciflorus*, *Lecane* sp, *Lecane rhytida* et *Hexarthra mira* représentent respectivement 2,5  $\pm$  4,02 g C.L<sup>-1</sup>, 0,12  $\pm$  2,06 g C.L<sup>-1</sup>, 0,025  $\pm$  0,02 g C.L<sup>-1</sup>, 0,44  $\pm$  0,92 g C.L<sup>-1</sup>, 0,32  $\pm$  0,46 g C.L<sup>-1</sup> (Tableau 2).

L'évolution spatiale de la biomasse des espèces abondantes est sensiblement identique à celle de la densité. Ainsi les biomasses les plus élevées des espèces les plus dominantes *Brachionus urceolaris* (7,9  $\pm$  12 g C.L<sup>-1</sup>) et *Hexarthra mira* (0,92  $\pm$  1,4 g C.L<sup>-1</sup>) ont été enregistrés au niveau du bassin B4.

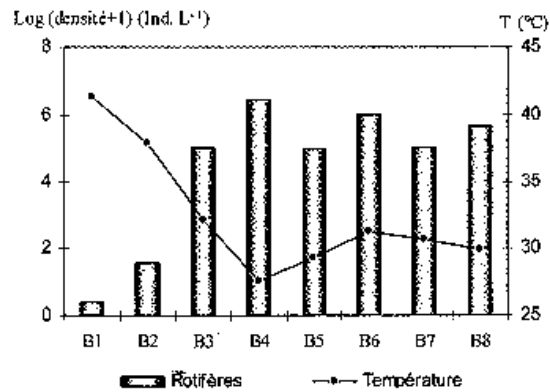
Les biomasses des espèces dominantes des rotifères varient en fonction des bassins (ANOVA, F= 2,11, p<0,01).

### Discussion et conclusion

Les résultats obtenus au cours de notre étude indiquent que *Brachionus urceolaris* domine la faunule rotiférienne (76 % de l'abondance totale). Cela corrobore avec les observations rapportées par d'autres auteurs et mettant en évidence une importante prolifération de *Brachionus urceolaris* en Afrique du Nord (RAMDANI *et al.*, 2001). *Hexarthra mira* représente 13 % des abondances totales et le genre *Lecane* seulement 4 %. Les autres espèces (*Rotaria tardigrada*, *Conochilus natans*, *Trichocerca marina* et *Keratella quadrata*) sont très faiblement représentées et leurs distributions se manifestent par des pics de croissance le plus souvent sporadiques. Au cours de la saison hivernale (décembre et janvier), les rotifères ont déserté tous les bassins alors qu'on assiste parallèlement à une importante prolifération de diatomées. Toutefois, il est bien admis que les rotifères ont des préférences nutritionnelles orientées essentiellement vers les détritus et les chlorophycées plus que vers les diatomées (LAMPERT & SOMMER, 1997 ; GOPHEN, 2005). La dynamique des rotifères est plus sensible aux paramètres

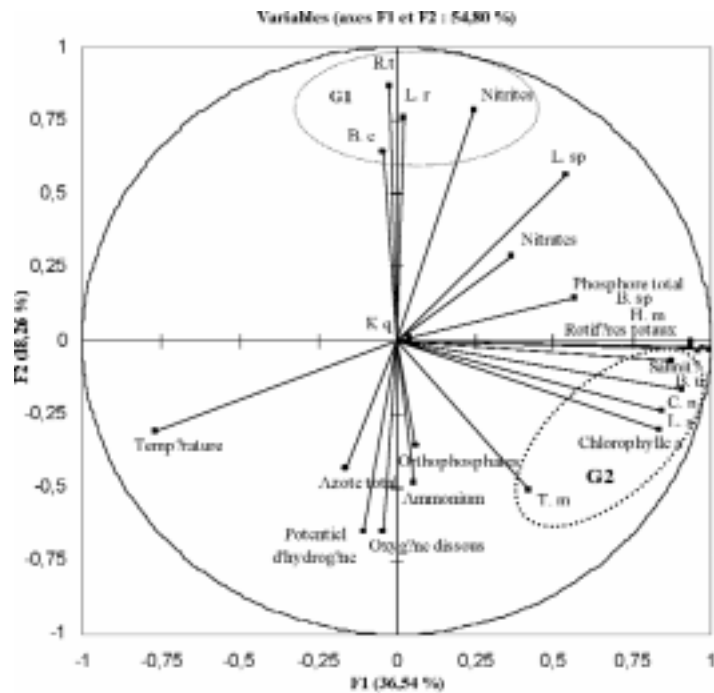


### Abondance des rotifères



**Figure 3**

Variation de la densité des rotifères en fonction de la température.  
*Variation of the density of rotifers according to the temperature.*



**Figure 4**

Diagramme de l'analyse des composantes principales.  
*Diagram of principal component analysis results.*

Température : *Temperature* ; Oxygène dissous : *Dissolved oxygen* ; Salinité : *Salinity* ; Potentiel d'hydrogène : *Hydrogen potential* ; Chlorophylle a : *Chlorophyll a* ; Ammonium : *Ammonium* ; Nitrates : *Nitrates* ; Azote totale : *Total nitrogen* ; Orthophosphates : *Orthophosphates* ; Phosphore total : *Total phosphorus* ; Rotifères totaux : *Total rotifers*.

**Bulletin de la Société zoologique de France 133 (1-3)**

physico-chimiques que celle des copépodes et cladocères (MAKAREWICZ *et al.*, 1995). Plus précisément, la présence des rotifères dépend des variations de la température de l'eau (BERZIN & PEJLER, 1989 ; MATSUBARA, 1993 ; F'ABIO D.A., 2003 ; PATUREJ, 2006) et de la salinité (PARK *et al.*, 2000 ; ISABELLE *et al.*, 2005). Ainsi, dans les eaux de la station de Bicchima, les rotifères présentent des densités maximales pour des températures comprises entre 17,3 et 32,8°C (moyenne = 27,5°C) (Fig. 3). Cela est conforme aux observations de YOSHIDA *et al.* (2001) qui rapportent un maximum de développement d'espèces rotiférienne pour des températures voisines de celles des bassins de la station. En effet, l'analyse en composantes principales de la matrice regroupant les paramètres physico-chimiques et biologiques (Fig. 4) montre que l'axe 1 qui extrait 36,54% de la variance sépare un groupement (G1) constitué des rotifères totaux de *Brachionus urceolaris*, *Trichocerca marina*, *Lecane stichaea*, *Conochilus natans* et les concentrations en chlorophylle *a* en opposition à la température de l'eau. La corrélation positive significative entre les rotifères totaux et les concentrations en chlorophylle *a* ( $r = 0,88$ ,  $p < 0,05$ ) conforte bien les données de la littérature quant à la dépendance étroite existant entre les rotifères et la disponibilité des eaux en ressources phytoplanctoniques (TATIANA *et al.*, 2002 ; DEVETTER & SED'A, 2003 ; ALEYA *et al.*, 2006). En effet, les rotifères du groupe des brachionidés filtrent des algues de petites tailles (POURRIOT & CHAMP, 1982). L'axe 2 qui extrait 18,26% de la variance sélectionne le groupement (G2) formé par *Brachionus calyciflorus*, *Rotaria tardigrada*, *Lecane rhytida*, *Trichocerca marina* et les nitrites en opposition au pH, à l'oxygène dissous, aux concentrations en orthophosphates, ammonium et azote total. En se référant au modèle OCDE (1982), les eaux de la station de Bicchima tous bassins confondus ont un statut oligo-mésotrophe. Si dans le bassin 4 l'abondance des rotifères et surtout de l'espèce dominante *Brachionus urceolaris* est largement attribuable aux excréta issus de l'activité métabolique des *tilapias*, une attention toute particulière devrait être portée aux éventuelles interférences anthropiques susceptibles d'augmenter les concentrations en éléments biogènes dans l'eau et d'induire de fréquentes séquences d'apparition phytoplanctoniques.

1. Laboratoire de planctonologie, Unité de recherche UR/00/0907  
Écobiologie, planctonologie et microbiologie des écosystèmes marins.  
Département des sciences de la vie, Faculté des Sciences de Sfax,  
Route Soukra Km 4,5, B.P 802- CP 3018. Sfax, Tunisie.  
Tel : 00 216 (74) 27 64 00. Fax : 00 216 (74) 27 44 37. e-mail : sellamifss@yahoo.fr
2. Institut National des Sciences et Technologie de la Mer.
3. Laboratoire de Biologie Environnementale, UsC INRA,  
Université de Franche-Comté. Place Leclerc, Besançon 25030 cedex, France.

## Abondance des rotifères

### RÉFÉRENCES

- ABATZOPOULOS, T.J., BEARDMORE, J.A., CLEGG, J.S. & SORGELOOS, P. (2002).- *Artemia*: Basic and Applied Biology, Kluwer Academic, Dordrecht, The Netherlands.
- ALEYA, L., DESMOLLES, F., MICHARD, M., BONNET, M.P. & DEVAUX, J. (1994).- The deterministic factors of the *Microcystis aeruginosa* blooms over a biyearly survey in the hypereutrophic reservoir of Villerest (Roanne, France). *Arch. Hydrobiol.*, **4**, 489-515.
- ALEYA, L., HARTMANN, H.J. & DEVAUX, J. (1992).- Evidence for the contribution of ciliates to denitrification in a eutrophic lake. *Europ. J. Protistol.*, **28**, 316-321.
- ALEYA, L., MICHARD, M., KHATTABI, H. & DEVAUX, J. (2006).- Coupling of the biochemical composition and caloric content of zooplankters with the *Microcystis aeruginosa* proliferation in a highly eutrophic reservoir. *Environ. Technol.*, **27**, 1181-1190.
- BERZIN, B. & PEJLER, B. (1989).- Rotifer occurrence in relation to temperature. *Hydrobiologia*, **175**, 223-231.
- BOTTRELL H.H., DUNCAN A., GLIWICZ Z.M., GRYGIEREK E., HERZIG A., HILLBRICHT-ILKOWSKA A., KURASAWA H., LARSSON P. & WEGLENSKA T., (1976).- A review of some problems in zooplankton production studies. *Norw. J. Zool.*, **24**, 419-456.
- DABBADIE, M.L. (1996).- *Étude de la viabilité d'une pisciculture rurale à faible niveau d'intrant dans le centre-ouest de la Côte d'Ivoire: approche du réseau trophique*. Thèse doctorat, 207 p.
- DEVETTER, M. & SED'A, J. (2003).- Rotifer fecundity in relation to components of microbial food web in a eutrophic reservoir. *Hydrobiologia*, **504**, 167-175.
- DHERT, P.H., ROMBAUT, G., SUANTIKA, G. & SORGELOOS, P. (2001).- Advancement of rotifer culture and manipulation techniques in Europe. *Aquaculture*, **200**, 129-146.
- DOLEDEC, S. & CHESSEL, D. (1992).- ADE Software (Version 3.6). Multivariate Analyses and Graphical Display for Environmental Data. User's Manual.
- F'ABIO, D.A. & CL'AUDIA, C.B. (2003).- Community size structure of zooplanktonic assemblages in three lakes on the upper River Paran'á floodplain, PR-MS, Brazil. *Hydrobiologia*, **505**, 147-158.
- FRONTIER, S. (1973).- Étude statistique de la dispersion du zooplancton. *J. Exp. Mar. Ecol.*, **12**, 229-262.
- GOPHEN, M. (2005).- Seasonal rotifer dynamics in the long-term (1969-2002) - record from Lake Kinneret (Israel). *Hydrobiologia*, **546**, 443-450.
- HURTADO-BOCANEGRA, M.D., NANDINI, S. & SARMA, S.S.S. (2002).- Combined effects of food level and inoculation density on competition between *Brachionus patulus* (Rotifera) and the cladocerans *Ceriodaphnia dubia* and *Moina macrocopa*. *Hydrobiologia*, **468**, 13-22.
- ISABELLE, C.A., ANDREA, L. & GREG, J.K. (2005).- Zooplankton communities of a dammed estuary in the Bay of Fundy, Canada. *Hydrobiologia*, **548**, 127-139.
- KAIRAOUANI, L. & HASSAIRI, M. (2002).- *Valorisation énergétique des eaux géothermales du sud tunisien*. Tétouan - Maroc, 429-432.
- KHATTABI, H., ALEYA, L. & MANIA, J. (2006).- Spatio-temporal distribution and characterisation of phytoplankton populations coupled with abiotic and biotic changes in landfill leachate treatment basins (Etueffont, Belfort, France). *Water, Air and Soil Pollution*, **174**, 107-125.
- KOSTE, W. (1978).- Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas. Ein Bestimmungswerk begründet von Max Voigt. Bornträger, Stuttgart, (1), Textband, 673 p, (2), Tafelband, 234 p.
- LAMPERT, W. & SOMMER, U. (1997).- *Limnoecology. The Ecology of Lakes and Streams*, Oxford University Press, New York. 382 p.
- LORENZEN, C.J. (1967).- Determination of chlorophyll and phaeopigments: Spectrophotometric equations, *Limnol. Oceanogr.* **12**, 343-346.
- MAKAREWICZ, J.C., BERTRAM, P., LEWIS, T. & BROWN J.R. (1995).- A decade of predatory control of zooplankton species composition of Lake Michigan. *J. Great Lakes Res.*, **21** (4), 620-640.

**Bulletin de la Société zoologique de France 133 (1-3)**

- MATSUBARA, T. (1993).- Rotifer community structure in the south basin of Lake Biwa. *Hydrobiologia*, **271**, 1-10.
- MIRACLE, M.R. & ALFONSO, M.T. (1993).- Rotifer vertical distributions in a meromictic basin of Lake Banyoles (Spain). *Hydrobiologia*, **255/256**, 371-380.
- OCDE (1982).- *Eutrophisation des eaux : méthodes de surveillance, d'évaluation et de lutte*. OCDE, Paris, 165 p.
- PARK, G. S. & MARSHALL, H.G. (2000).- Estuarine relationships between zooplankton community structure and trophic gradients. *Journal of Plankton Research*, **22**, 121-135.
- PATUREJ, E. (2006).- Assessment of the trophic state of the coastal lake gardno based on community structure and zooplankton-related indices. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Biology, Issue 2*, **9**, 1505- 0297.
- POURRIOT R. & CHAMP P. (1982).- Consommateurs et production secondaire. In : POURRIOT R. ; CAPBLANCQ J. ; CHAMP P. & MEYER J.A. (eds), *Écologie du plancton des eaux continentales*. Collect. écol. 16, Masson, Paris, 49-112 p.
- POURRIOT, R. & FRANCEZ, A.J. (1986).- Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales français, 8 Rotifères. *Bull. mens. de la Soc. Linn. Lyon*, **5**, 37 p.
- RAMDANI, M., ELKHIATI, N., ROGER, J.F., with contributions from HILARY, H.B., MEJDIDINE, M.K., ADEL, A., FATHI I. & SIMON, T.P. (2001).- Open water zooplankton communities in North African wetland lakes: the CASSARINA Project. Kluwer Academic Publishers. *Aquatic Ecology*, **35**, 319-333.
- REYNOLDS, C.S. (1979).- *The limnology of the eutrophic meres of the Shropshire-Cheshire Plain : a review*. Field Studies. (5), 93-173. The ecology of freshwater phytoplankton. Reynolds C.S. (eds). Cambridge studies in ecology. London New York New Rochelle, 384 p.
- SARMA, S.S.S. & NANDINI, S. (2001).- Life table demography and population growth of *Brachionus variabilis* Hampel, 1896 in relation to algal (*Chlorella vulgaris*) density. *Hydrobiologia*, **446/447**, 75-83.
- TATIANA, A.T., ALEXANDER, P.T. & ANDREI, G.D. (2002).- Growth of dominant zooplankton species feeding on plankton microflora in Lake Shira. *Aquatic Ecology*, **36**, 235-243.
- THOUVENOT, A., DEBROAS, D., RICHARDOT, M., JUGNIA, L.B. & DEVAUX, J. (2000).- A study of changes between years in the structure of plankton community in a newly-flooded reservoir. *Archiv. Hydrobiol.*, **149**, 131-152.
- VEVERICA, K.L., RURANGWA, E., POPMA, T., SEIM, W.K. & TUBB, R.E. (1991).- *Digestibility of food consumed by Oreochromis niloticus in fertilized ponds*. Technical reports, Ninth annual administrative report, Pond dynamics/Aquaculture Collaborative Research Support Program, Oregon State University, Corvallis, USA , 41-44.
- WETZEL, R.G. (2001).- *Limnology* (3<sup>rd</sup> edition), Academic Press , 1006 p.
- YOSHIDA, T., KAGAMI, M., GURUNG, T.B. & URABE, J. (2001).- Seasonal succession of zooplankton in the north basin of Lake Biwa. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands *Aquatic Ecology*, **35**, 19-29.
- YOSHINAGA, T, HAGIWARA, A. & TSUKAMOTO, K. (2001).- Effect of periodical starvation on the survival of offspring in the rotifer *Brachionus plicatilis* *Fish Sci.*, **67**, 373-374.

(reçu le 26/02/07 ; accepté le 23/04/07)

**Note de la rédaction**

Les auteurs de cet article n'ayant pas retourné les épreuves corrigées de leur manuscrit à la Rédaction du Bulletin de la Société zoologique de France, celle-ci a néanmoins décidé de le publier dans son état actuel, mais décline évidemment toute responsabilité quant aux erreurs encore susceptibles d'y figurer.